

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** (11) **69 687** (13) **U1**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ  
(51) МПК  
[H04B 1/10 \(2006.01\)](#)

**(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ**

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 19.09.2011)  
Пошлина: учтена за 1 год с 16.08.2007 по 16.08.2008

(21)(22) Заявка: [2007131247/22](#), 16.08.2007(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
16.08.2007(45) Опубликовано: [27.12.2007](#) Бюл. № 36

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2, ул. Мира, 19,  
ГОУ ВПО "УГТУ-УПИ", Центр  
интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Арянцев Михаил Юрьевич (RU),  
Валеев Валерий Гизатович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное общеобразовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский государственный  
технический университет-УПИ" (RU)

**(54) НЕЛИНЕЙНЫЙ КОМПЕНСАТОР ПОМЕХ****(57) Реферат:**

Полезная модель относится к радиоэлектронике и может быть использована в радиоприемных устройствах, работающих в условиях как узкополосных, так и широкополосных помех, действующих в полосе частот полезного сигнала, при малом отношении сигнал/помеха. Техническими задачами полезной модели являются упрощение конструкции, снижение вычислительных затрат на формирование компенсирующего сигнала и расширение функциональных возможностей устройства. Для решения поставленных задач предлагается нелинейный компенсатор помех, содержащий сумматор, выход которого является выходом компенсатора, первый и второй умножители, полосовой фильтр, а так же в компенсатор введены жесткий ограничитель, вход которого соединен с входом компенсатора, а выход соединен с входом полосового фильтра, фильтр нижних частот и усилитель, причем первый вход второго умножителя соединен с входом компенсатора, второй вход второго умножителя соединен с выходом полосового фильтра, а выход второго умножителя соединен с последовательно соединенными фильтром нижних частот и усилителем, первый вход первого умножителя соединен с выходом жесткого ограничителя, второй вход первого умножителя соединен с выходом усилителя, а выход первого умножителя соединен со вторым входом сумматора, первый вход сумматора соединен с входом компенсатора.

Полезная модель относится к радиоэлектронике и может быть использована в радиоприемных устройствах, работающих в условиях как узкополосных, так и широкополосных помех, действующих в полосе частот полезного сигнала, при малом отношении сигнал/помеха.

Известны устройства подавления помех на принципе компенсации по классической схеме, при этом используется дополнительный канал приема, в котором формируется

компенсирующий сигнал, близкий к мешающему сигналу в основном канале. Формирование компенсирующего сигнала осуществляется линейным адаптивным фильтром (Уидроу Б., Стирнз С., «Адаптивная обработка сигналов» пер. с англ., М.: «Радио и связь», 1989, стр.440).

Эти устройства применяются в радиолокации и других радиотехнических системах для подавления помех, поступающих по боковым лепесткам антенны основного канала, но при поступлении помехи с направления полезного сигнала эти устройства не в состоянии выполнить селективное подавление помеховой составляющей, т.к. в этом случае вместе с помехой будет подавлен и полезный сигнал.

Известно «Устройство компенсации узкополосных помех» (патент РФ №2227369, МПК H04B 1/10, опубл. 20.04.2004). Устройство компенсации содержит усилитель и вычитатель, входящие в состав N-го канала, первый, второй и третий перемножители, первый и второй фильтры нижних частот, блок фильтрации и формирования управляющих напряжений, управляемый генератор, ключ, амплитудный детектор и блок сравнения с порогом, а также (N-1) каналов, аналогичных N-му каналу по составу блоков и связей между ними. Технический результат заключается в повышении степени подавления узкополосных помех.

Указанное устройство подавляет только узкополосные помехи и требует введения дополнительного канала для каждой из помех, поступающих на вход устройства.

Известен адаптивный компенсатор помех (патент РФ №2271066, «Способ адаптивной компенсации помех в реальном времени», МПК H04B 1/10, опубл. 27.02.2006), принятый в качестве прототипа предлагаемого одноканального нелинейного компенсатора помех. Изобретение представляет собой цифровой адаптивный компенсатор помех, содержащий один основной канал, включающий в себя последовательно соединенные первую основную антенну, первый СВЧ тракт, первый тракт преобразования частоты, первый полосовой фильтр, первый аналогово-цифровой квадратурный преобразователь (АЦКП); N дополнительных каналов, каждый из которых включает в себя вторую дополнительную антенну, второй СВЧ тракт, второй тракт преобразования частоты, второй полосовой фильтр, второй аналогово-цифровой квадратурный преобразователь; цифровой процессор, первый вход которого соединен с первым выходом первого АЦКП, второй вход цифрового процессора соединен с вторым выходом первого АЦКП, третий вход цифрового процессора соединен с первым выходом второго АЦКП, четвертый вход цифрового процессора соединен с вторым выходом первого АЦКП, первый выход цифрового процессора соединен с вторым входом первого и второго перемножителя, второй выход цифрового процессора соединен с вторым входом третьего и четвертого перемножителя; первый элемент задержки, вход которого соединен с первым выходом первого АЦКП, а выход которого соединен с суммирующим входом первого сумматора; второй элемент задержки, вход которого соединен с вторым выходом первого АЦКП, а выход которого соединен с суммирующим входом второго сумматора; третий элемент задержки, вход которого соединен с первым выходом второго АЦКП, а выход которого соединен с первым входом первого и третьего перемножителей; четвертый элемент задержки, вход

которого соединен с вторым выходом второго АЦКП, а выход которого соединен с первым входом второго и четвертого перемножителей; пятый сумматор, суммирующий вход которого соединен с выходом первого перемножителя, вычитающий вход которого соединен с выходом четвертого перемножителя, а выход пятого сумматора соединен с первым входом четвертого сумматора; шестой сумматор, первый вход которого соединен с выходом второго перемножителя, второй вход которого соединен с выходом третьего перемножителя, а выход шестого сумматора соединен с первым входом третьего сумматора; второй сумматор, вычитающий вход которого соединен с выходом четвертого сумматора, а выход второго сумматора является вторым выходом устройства; первый сумматор, вычитающий вход которого соединен с выходом третьего сумматора, а выход первого сумматора является первым выходом устройства.

Технический результат, достигаемый при осуществлении указанного изобретения, состоит в обеспечении подавления помех в реальном времени.

Известное устройство обладает следующими недостатками:

- для подавления каждой отдельной помехи в устройство-прототип вводится дополнительный компенсационный канал; такое техническое решение требует априорных данных о количестве помех, поступающих на вход устройства подавления помех, что не всегда возможно;
- эффективность подавления помехи зависит от направления прихода помехи, что ограничивает функциональные возможности компенсатора;

- применяемый адаптивный алгоритм вычисления весовых коэффициентов по методу обращения выборочной корреляционной матрицы, требует значительных вычислительных мощностей, в

частности наличия цифрового процессора, чтобы обеспечивать компенсацию помех в реальном времени.

Указанные недостатки устраняет предлагаемый нелинейный компенсатор помех.

Техническими задачами полезной модели являются упрощение конструкции, снижение вычислительных затрат на формирование компенсирующего сигнала и расширение функциональных возможностей устройства.

Для решения поставленных задач предлагается нелинейный компенсатор помех, содержащий сумматор, выход которого является выходом компенсатора, первый и второй умножители, полосовой фильтр, а так же в компенсатор введены жесткий ограничитель, вход которого соединен с входом компенсатора, а выход соединен с входом полосового фильтра, фильтр нижних частот и усилитель, причем первый вход второго умножителя соединен с входом компенсатора, второй вход второго умножителя соединен с выходом полосового фильтра, а выход второго умножителя соединен с последовательно соединенными фильтром нижних частот и усилителем, первый вход первого умножителя соединен с выходом жесткого ограничителя, второй вход первого умножителя соединен с выходом усилителя, а выход первого умножителя соединен со вторым входом сумматора, первый вход сумматора соединен с входом компенсатора.

На фиг. представлена структурная схема нелинейного компенсатора помех.

Нелинейный компенсатор помех содержит: 1 - сумматор; 2 - жесткий ограничитель; 3 - первый умножитель; 4 - полосовой фильтр; 5 - второй умножитель; 6 - фильтр нижних частот; 7 - усилитель. Первый вход сумматора 1 соединен с входом компенсатора, выход сумматора 1 является выходом компенсатора, вход жесткого ограничителя 2 соединен с входом

компенсатора, а выход соединен с входом полосового фильтра 4, первый вход второго умножителя 5 соединен с входом компенсатора, второй вход второго умножителя 5 соединен с выходом полосового фильтра 4, а выход второго умножителя 5 соединен с последовательно соединенными фильтром нижних частот 6 и усилителем 7, первый вход первого умножителя 3 соединен с выходом жесткого ограничителя 2, второй вход первого умножителя 3 соединен с выходом усилителя 7, а выход первого умножителя 3 соединен со вторым входом сумматора 1.

Нелинейный компенсатор помех работает следующим образом. На вход компенсатора действует смесь полезного сигнала и помехи

$$u_{\text{вх}}(t) = u_{\text{сигн}}(t) + u_{\text{пом}}(t),$$

где  $u_{\text{вх}}(t)$  - входная смесь,

$u_{\text{сигн}}(t)$  - полезный сигнал,

$u_{\text{пом}}(t)$  - помеха.

Смесь полезного сигнала и помехи поступает на первый вход сумматора 1, на жесткий ограничитель 2 и на первый вход второго умножителя 5. Необходимым условием эффективной работы компенсатора является малое отношение сигнал/помеха во входной смеси. При выполнении указанного условия сигнал на выходе жесткого ограничителя 2 определяется более мощной по сравнению с полезным сигналом помехой:

$$u_{\text{отр}}(t) = \text{sign}(u_{\text{вх}}(t)) \approx \text{sign}(u_{\text{пом}}(t))$$

Сигнал с выхода жесткого ограничителя 2 поступает на первый вход первого умножителя 3 и на полосовой фильтр 4. Полоса пропускания полосового фильтра 4 должна быть настроена на частотный диапазон, в котором, как ожидается, будет действовать помеха. При отсутствии такой априорной информации полоса пропускания полосового фильтра 4 принимается равной полосе частот полезного сигнала.

Совокупность последовательно соединенных второго умножителя 5 и фильтра нижних частот 6 образует амплитудный синхронный детектор, опорным сигналом для которого является сигнал с выхода полосового фильтра 4, поступающий на второй вход второго умножителя 5.

Полоса пропускания фильтра нижних частот выбирается порядка 5-10% от ширины спектра сигнала.

При малом отношении сигнал/помеха во входной смеси фаза сигнала на выходе полосового фильтра 4 совпадает с фазой помехи во входной смеси, и амплитудный синхронный детектор, содержащий блоки 5 и 6, осуществляет выделение амплитуды помехи из входной смеси, поступающей на первый вход второго умножителя 5:

$$A_{\text{изм}}(t) = A_{\text{вх}}(t) \approx A_{\text{пом}}(t),$$

где  $A_{\text{изм}}(t)$  - измеряемая в реальном времени амплитуда сигнала на входе амплитудного синхронного детектора - на первом входе второго умножителя 5,

$A_{\text{вх}}(t)$  - амплитуда смеси полезного сигнала и помехи,

$A_{\text{пом}}(t)$  - амплитуда помехи.

Коэффициент передачи усилителя 7 является постоянным во времени и равен

$$K_{\text{ус}} = K \cdot \pi/4,$$

где  $K$  учитывает коэффициент передачи полосового фильтра 4 и фильтра нижних частот 6.

Сигнал с выхода усилителя 7 поступает на второй вход первого умножителя 3.

Сформированная копия помехи с выхода первого умножителя 3 поступает на второй вход - вычитающий вход - сумматора 1. Разность сигналов на входах сумматора 1 - сигнал на выходе сумматора 1 - и обеспечивает подавление помехи во входной смеси

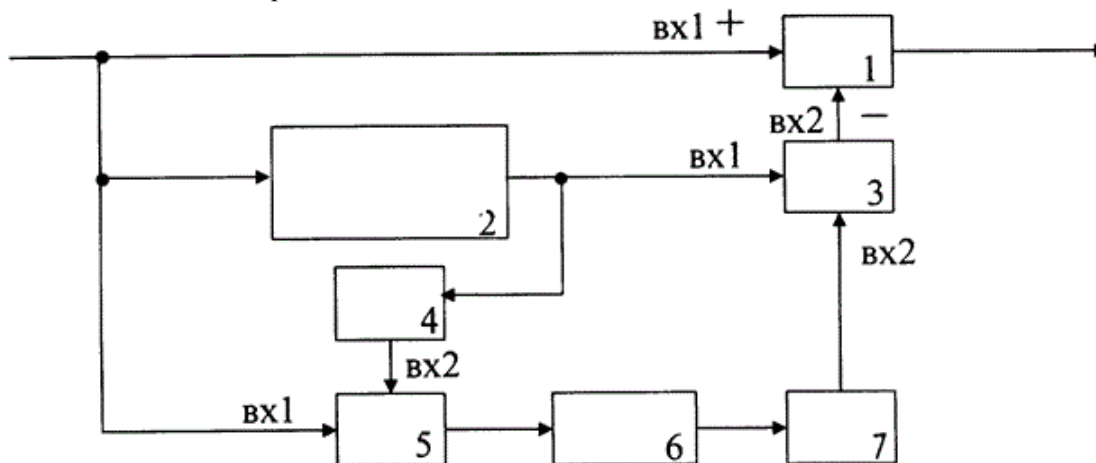
$$u_{\text{вых}}(t) = u_{\text{вх}}(t) - A_{\text{изм}}(t) \cdot K_{\text{ус}} \cdot \text{sign}(u_{\text{вх}}(t))$$

Эффективность подавления помех предлагаемого компенсатора не зависит от взаимного расположения источников полезного сигнала и помехи. Следовательно, предлагаемый одноканальный нелинейный компенсатор помех обладает большей функциональностью, чем устройство-прототип.

Предлагаемый компенсатор помех не требует введения дополнительных компенсационных каналов и больших вычислительных мощностей. Таким образом, предлагаемый нелинейный компенсатор помех обладает более простой конструкцией по сравнению с устройством-прототипом.

#### Формула полезной модели

Нелинейный компенсатор помех, содержащий сумматор, выход которого является выходом компенсатора, первый и второй умножители, полосовой фильтр, отличающийся тем, что в компенсатор дополнительно введены жесткий ограничитель, вход которого соединен с входом компенсатора, а выход соединен с входом полосового фильтра, фильтр нижних частот и усилитель, причем первый вход второго умножителя соединен с входом компенсатора, второй вход второго умножителя соединен с выходом полосового фильтра, а выход второго умножителя соединен с последовательно соединенными фильтром нижних частот и усилителем, первый вход первого умножителя соединен с выходом жесткого ограничителя, второй вход первого умножителя соединен с выходом усилителя, а выход первого умножителя соединен со вторым входом сумматора, первый вход сумматора соединен с входом компенсатора.

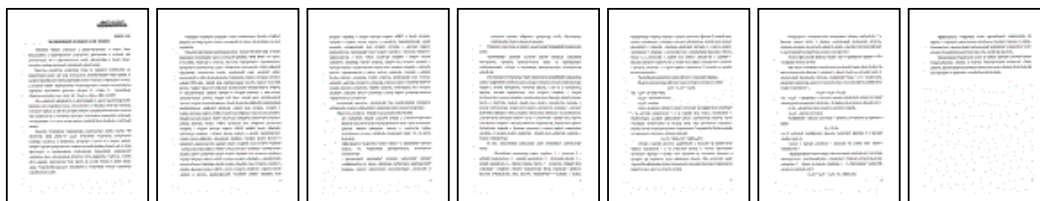


#### ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

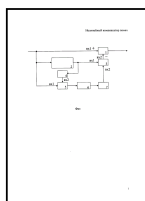
#### Реферат:



#### Описание:



Рисунки:



## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **17.08.2008**

Дата публикации: [20.02.2011](#)